

**Untersuchungen
über den Keimausstoß von
Nebelabsauggeräten**

von
Klaus Köhler
aus
Oranienburg bei Berlin



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548411_0086

Aus der Abteilung für Zahnerhaltung
(Vorstand: Prof. Dr. A. Kröncke)
der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkranke
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. Dr. G. Steinhardt)

Untersuchungen über den Keimausstoß von Nebelabsauggeräten

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Klaus Köhler
aus
Oranienburg bei Berlin

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen
Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Wetterer

Referent: Univ.-Doz. Dr. R. Harndt

Correferent: Prof. Dr. A. Kröncke

Tag der mündlichen Prüfung: 19.7.1968

I N H A L T

	Seite
Einleitung	1
Fragestellung	1
Literaturübersicht	3
Material und Methode	5
A.) Untersuchte Geräte	5
B.) Technische Anordnung	8
C.) Bakteriologische Methodik	9
D.) Raumdeseinfektion	10
E.) Bestimmung der Keimdichte	15
Ergebnisse	16
Diskussion der Ergebnisse	32
Zusammenfassung	34
Literaturverzeichnis	35

Einleitung

Erst durch die Entwicklung leistungsfähiger Nebelabsauggeräte wurde die "moderne, zeit- und kräftesparende" Arbeitsweise am liegenden Patienten ermöglicht. Herkömmliche Speichelzieher erlauben es nicht, den Patienten in liegender Position zu behandeln, da sie den Speichelsee zwischen Zungengrund und Gaumensegel nicht vollständig entfernen. Absauggeräte ermöglichen erst den vollen Einsatz der wassergekühlten Turbine: die unhygienische Berieselung der Umgebung durch den Sprayrückprall und der unschöne Gesichtsschutz des Behandlers bei der Turbinenpräparation werden überflüssig (BERNS, RIEMENSBERGER). Nicht zuletzt scheinen diese Geräte auch die Infektionsgefahr für Zahnarzt und Helferin wirksam herabzusetzen (KRÖNCKE-ZWEIGART, BAUER-PORTELE).

Die moderne Langzeitbehandlung, die "washed-field" - Technik wäre ohne Absaugschranke nicht durchführbar. Jeder um die Erhaltung seiner Gesundheit und Arbeitskraft besorgte Zahnarzt mußte daher ihre Entwicklung begrüßen.

Fragestellung

Absaugschranke, die von der Deutschen Industrie angeboten werden, sind nach dem Staubsaugerprinzip gebaut; sie saugen ca. 400 Liter Luft pro Minute an und stoßen sie durch Ritzen im Gehäuse wieder in den Behandlungsraum aus.

So muß die Frage untersucht werden, wo die Keime verbleiben, die aus der Mundhöhle mit dem Spraynebel und der Luft angesaugt werden.

Bei einem ersten Demonstrationsversuch, bei dem Zigaretten an die Ansaugkanüle des Absauggerätes angeschlossen wurden,

zeigte sich, daß augenblicklich der Schrank aus allen Fugen zu qualmen begann. Obwohl Rauchpartikel viel kleiner sind als Bakterien, lag doch die Schlußfolgerung nahe, daß Keime sich ähnlich verhalten würden.

Bei Luftkeimbestimmungen in zahnärztlichen Behandlungsräumen zeigte sich, daß ein Raum, in dem mit Absaugung gearbeitet wurde, ungleich höhere Keimzahlen aufwies, als ein gleich großer ohne Absauggerät. Diese Differenz konnte eigentlich nur dem Nebelabsauggerät angelastet werden (R.HARNDT 1967). Diese Hypothese zu überprüfen ist Ziel der vorliegenden Arbeit.

Literaturübersicht

Die Frage der Hygienisierung zahnärztlicher Maßnahmen ist oft und ausführlich in der Literatur behandelt worden (HENNICKE, LENK, EICHNER, RIEMENSBERGER). Die häufigste Gefahr für den Zahnarzt stellt wohl die Infektion durch Eitererreger dar, die nicht selten die Mundhöhle besiedeln und beim Bohren und Schleifen so aufgewirbelt werden, daß sie durch immer vorhandene mikroskopisch kleine Verletzungen eine Eintrittspforte finden (HOLSTEIN). TSCHAMER hält auch eine Gesundheitsgefährdung durch Öltröpfchen für gegeben. Diese Untersuchungen finden ihre Bestätigung durch ZUHRT, der feststellen konnte, daß das Durchschnittsalter der Zahnärzte von allen akademischen Berufen am niedrigsten ist. LENK-EICHNER halten deshalb die generelle Anwendung eines Mund-Nasen-Schutzes zusammen mit einer Schutzbrille aus Fensterglas oder einer Schutzmaske aus Plexiglas (Cardex-Schutzschild, Dentoplast-Sprayschutz) bei zahnärztlichen Maßnahmen für unbedingt erforderlich.

Schon 1953, also vor Einführung des Airotors, konnten ALBRECHT, RIETHE und v. WASIELIEWSKI nachweisen, daß dem Zahnarzt große Gefahr aus dem Sprayrückprall droht; die Untersuchungen von GALSTER und RIETHE bestätigen dies 1963. RIEMENSBERGER weist 1965 auf Grund seiner Untersuchungen eine erhöhte Sterblichkeit von Zahnärzten seit Einführung des Airotors nach und macht dafür die "Keimschleuder" Turbine verantwortlich.

1964 gelangen KRÖNCKE und ZWEIGART zu dem Schluß, daß Nebelabsauggeräte imstande sind, den Sprayrückprall vollständig zu beseitigen. Sie halten geschwärzte Negativfilme in 10 cm Abstand vom Ort der Turbinenpräparation und messen den Befeuchtungsgrad einmal mit und einmal ohne Benutzung des Nebelabsauggerätes.

1966 halten BAUER und PORTELE sterile geöffnete Agarplatten in den Sprayrückprall und können bestätigen, daß ein Nebelabsauggerät den wirkungsvollsten Schutz gegen den Airotornebel darstellt.

1966 findet R.HARNDT in seinen Untersuchungen jedoch, daß auf der Ausstoßseite der Absaugschränke Keime wieder in den Raum geschleudert werden: "So kann das moderne zahnärztliche Sprechzimmer zur Keimzelle einer Endemie werden, man braucht nur einen Patienten mit einer offenen Tbc zu behandeln, der seine Erkrankung verschweigt".

Material und Methode

A.) Untersuchte Geräte

Von der deutschen Industrie wurden drei Geräte angeboten, deren technischer Aufbau im folgenden kurz erläutert werden soll. Die Geräte werden mit A, B und C benannt.

Gerät A (Abb.1)

Wasserabscheidevorrichtung vor dem Motor, der Sekretbehälter an die Abwasserleitung angeschlossen, ist mit einem Schwimmerschalter gegen Überlaufen gesichert. Das Sekret läuft ab, wenn der Motor ausschaltet. Bakterienfilter: Filzkappe über dem Saugaggregat.

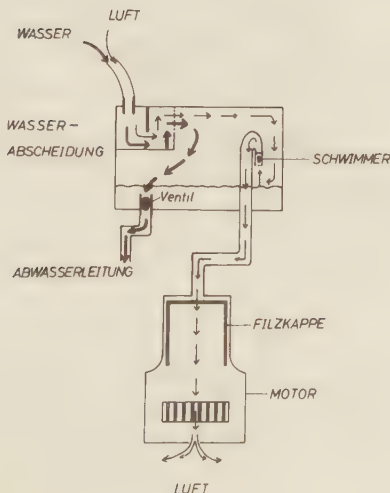


Abb. 1

Gerät B (Abb.2)

Wasserabscheidevorrichtung vor dem Motor, das Sekret sammelt sich in einer Flasche, die von Hand entleert werden muß.

Bakterienfilter: Filzkappe über dem Saugaggregat.

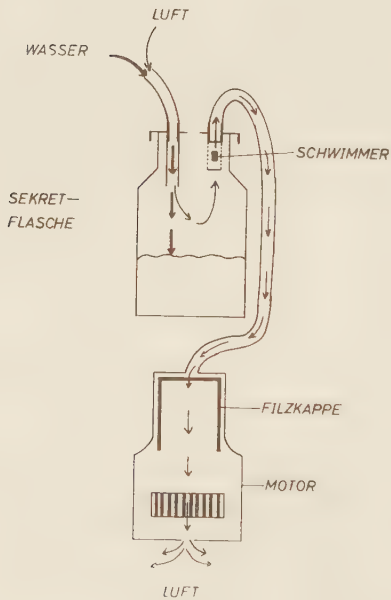


Abb. 2

Gerät C (Abb.3)

Wasserabscheidevorrichtung vor dem Motor, Sekret tropft kontinuierlich während des Absaugens ab. Dieses Gerät wird über der Speischale montiert, im Gegensatz zu den beiden anderen, die unter der Speischale auf dem Boden stehen.

Bakterienfilter: keiner

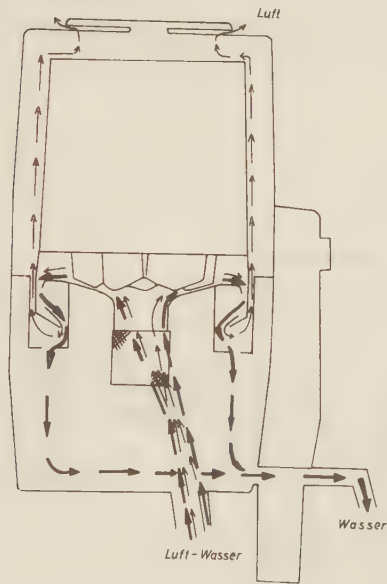


Abb. 3

B.) Technische Anordnung

Mit Hilfe einer Spraykanüle, wie sie an zahnärztlichen Einheiten verwendet wird und eines Kompressors (2,3 - 3,8 atü) wurde eine Bakterienaufschwemmung in ein Mundspülglas versprüht. Das Spülglas diente als Mundhöhlen-Phantom, aus dem mit der Kanüle des Absauggerätes das Aerosol abgesaugt wurde. Sprühvorrichtung und Absaugschrank sind räumlich getrennt, um eine Beeinflussung auszuschalten (Abb.4). In verschiedenen Abständen um den Absaugschrank wurden sterile Agarplatten für eine bestimmte Expositionszeit aufgestellt und nach 24-stündiger Bebrütung bei 37° C die darauf gewachsenen Kolonien ausgezählt.

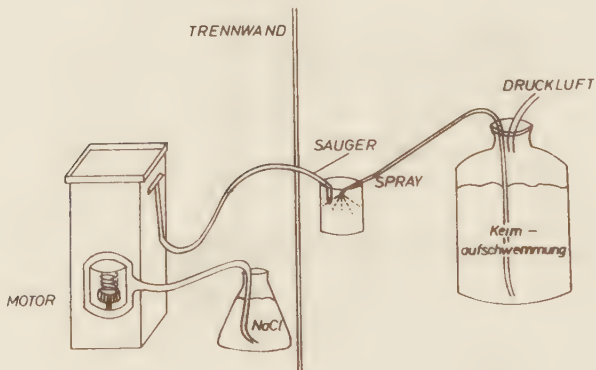


Abb. 4

C.) Bakteriologische Methodik

Als Testkeime, die mit Hilfe der oben beschriebenen Versuchsanordnung versprüht und von der Kanüle des Absauggerätes wieder angesaugt wurden, wurden zwei Stämme apathogener, leicht identifizierbarer Bakterienarten mit intensiver Farbstoffbildung ausgewählt (*Sarcina lutea* ATCC 9311 und ein Stamm von *Serratia marcescens* = Bact. prodigiosum). Beide zeichnen sich durch gutes Wachstum auf üblichen Nährböden aus.

Sarcinen, Paketkokken, kommen in verschiedenen Abarten vor (*S. flava* hellgelb, *S. citria* zitronengelb, *S. lutea* schwefelgelb). Die Keime sind GRAM - positiv und wesentlich größer als Strepto- oder Staphylokokken und durch ihre nach allen drei Richtungen erfolgende Teilung und Lagerung zu Paketen (Warenballenform) charakterisiert (HALLMANN, KÖHLER-MOCHMANN, BERGER).

Bacterium prodigiosum, nach BERGEY synonym mit *Serratia marcescens*, ist ein GRAM - negatives, kurzes bis kokkoides Stäbchen von 0,5 - 1,0 μ Länge. Es ist charakterisiert durch den Geruch nach Heringslake (Trimethylamin N $(CH_3)_3$) auf gallertigen Nährböden und die Bildung eines blutroten Farbstoffes "Prodigiosin" (HALLMANN, KÖHLER-MOCHMANN, BERGER).

Von einem Schrägagar mit einer Reinkultur wurde ein Abstrich in eine sterilisierte Nährlösung überimpft und 24 Stunden bei 37° C bebrütet. Diese Keimlösung wurde mit steriler, physiologischer NaCl-Lösung verdünnt und in der Versuchsvorrichtung versprüht. Um den Keimausstoß zu messen, wurden rings um den Absaugschrank Agarplatten aufgestellt. Für die Versuche wurden "Cenovis"-Agarplatten mit 9 cm $\varnothing$ verwandt. Die an-

gegebenen Kolonienzahlen wurden nach 24-stündiger Bebrütung abgelesen. Gewertet wurden ausschließlich Kolonien, die mit Sicherheit als Sarcinen bzw. Prodigiosuskeime anzusprechen waren. Zweifelhafte Kolonien wurden nicht mitgezählt. Vor jedem Versuch wurde ein Leerversuch gemacht, d.h. eine sterile Agarplatte geöffnet vor die Spraykanüle gehalten und bebrütet. Das äußere Erscheinungsbild dieser Kolonien wurde mit dem der anderen Platten verglichen. Auf eine weitergehende bakteriologische Untersuchung wurde mit Rücksicht auf die makroskopische Erkennbarkeit und auf die vorsorglich unternommene Raumdesinfektion verzichtet.

D.) Raumdesinfektion

Da die oben beschriebenen Bakterien den Hauptbestandteil der Luft- bzw. Bodenkeime darstellen (KÖHLER-MOCHMANN), mußte also durch Raumdesinfektion Vorsorge getroffen werden, daß die Versuchsergebnisse nicht durch diese bereits vorhandenen Luftkeime verfälscht wurden.

HENNICKE gibt zwei Methoden der Raumdesinfektion an:

1. durch Zerstäubung und Verdampfung
wirkende Mittel
2. durch UV-Bestrahlung

Bei der 1. Methode geschieht die Anwendung solcher Stoffe durch Aerosol-Nebel. Auf diese Weise konnten KIKUTH und GRÜN mit Äthylenglykose die Keimzahl um 40 und mehr Prozent senken.

Bei der 2. Methode werden Quecksilberdampflampen im Raum aufgestellt. ROSER berichtet, daß in einem 2 cbm großen Raum, in dem eine Bakterienaufschwemmung vernebelt wurde, nach 10 Minuten ca. 95 - 99 % der Mikroorganismen abgetötet waren. PFENNIGSDORF und PONSOLD

empfehlen ein gemischtes Vorgehen, d.h. man zerstäubt ein Aerosol und schließt eine Bestrahlung mit UV an.

BINGEL und NIEMAND verweisen auf die Notwendigkeit einer Luftumwälzung, um den Nutzeffekt zu steigern. WINKLER konnte durch UV-Bestrahlung die Keimzahl nach 10 Minuten auf 7 %, nach 30 Minuten auf 0,02 % senken, wenn Dauerformen von Bakterien mit erfaßt werden sollen, dürfen die Bestrahlungszeiten nicht unter 2 Stunden liegen.

Es wurden drei verschiedene Methoden der Raumdesinfektion angewandt:

- 1.) Formalin
 - 2.) desinfizierendes Aerosol
 - 3.) Bestrahlung mit ultravioletem Licht
- Zu 1.) Formalin ist die 40%ige wässrige Lösung des Formaldehyds ($H-CHO$). Es ist das stärkste bekannte Desinfektionsmittel, seine Anwendbarkeit wird jedoch durch den stechenden Geruch beeinträchtigt. Die Aktivität nimmt mit steigender Temperatur zu und erstreckt sich auf alle Bakterien. Sporen werden nach 1 bis 2 Stunden abgetötet (KÖHLER-MOCHMANN). Der Fußboden und die Wände des Versuchsraumes wurden mit Formalin-Lösung abgewaschen. Die anschließend aufgestellten Agar-Platten zeigten nach 30 Minuten Exposition keinerlei Bakterienwachstum.

Platte	Exp.Zeit	Kolonien
1	30 min.	0
2	"	0
3	"	0
4	"	0
5	"	0

Tab. I: Luftkeimbestimmung 12 Stunden nach Formalindesinfektion

Trotz der guten Ergebnisse dieses Vorversuches konnte die Methode bei der Durchführung der Arbeit nicht verwendet werden, da Formalin noch lange nachwirkt und auch die Testkeime schädigt. (siehe Tab. II)

Versuch	Exp. Zeit (in min.)	Plattenabstand vom Absauggerät (in cm)	Kolonien
27	60	10	0
		30	0
		50	0
		80	0
28	30	10	0
		30	1
		50	3
		80	0
		100	0
29	60	10	0
		30	0
		50	0
		80	0
		100	0
30	30	10	0
		30	1
		50	0
		80	0
		100	0
31	30	10	0
		30	0
		50	0
		80	0
		100	0
32	60	10	0
		30	0
		50	0
		80	0
		100	0
33	60	10	0
		30	0
		50	0
		80	0
		100	0

Versuch	Exp. Zeit (in min.)	Plattenabstand vom Absauggerät (in cm)	Kolonien
34	30	10	0
		30	0
		50	0
		80	0
		100	0
35	20	10	0
		30	0
		50	0
		80	0
		100	0

Tab. II: Bestimmung der Reichweite des Keimniederschlags. Die Testkeime (Bact. prod.) wurden durch die Formalineinwirkung geschädigt. Die Versuche liefen ca. 20 Stunden nach der Formalindesinfektion.

Zu 2.) Der Versuchsraum wurde intensiv mit desinfizierenden Aerosolen eingesprüht. Der verwandte Raumspray ist eine Lösung von höher-molekularen Derivaten von Aminosäuren und Alkohol, die mit Hilfe eines Treibgases versprüht wird. Um die Wirksamkeit dieses Sprays zu prüfen, wurden in einem Versuch 2 Cenovis-Agarplatten erst mit Testkeimen und darauf eine der beiden Platten mit dem desinfizierenden Aerosol besprüht.

Ergebnis: Die desinfizierte Platte zeigte im Gegensatz zu der anderen keinerlei Bakterienwachstum.

Platte	Exp. Zeit	Kolonien
6	30 min.	1
7	"	0
8	"	2
9	"	1
10	"	1

Tab. III: Luftkeimbestimmung nach Gebrauch des Desinfektionssprays: die Wirkung des Sprays ist zwar weniger zuverlässig als die von Formalin, jedoch für die vorgesehenen Versuche praktisch verwertbar.

Zu 3.) Ultraviolette Strahlen entfalten eine keimtötende Wirkung, wie sie auch beim Sonnenlicht beobachtet werden kann. Diese Wirkung ist jedoch bei Quecksilberdampflampen mit einem Emissionsspektrum zwischen 2800 - 2400 A größer als im Sonnenlicht. Der Wirkungsmechanismus ultravioletter Strahlen ist nicht im einzelnen aufgeklärt, jedoch erfolgt die stärkste Absorption an den Nucleinsäuren (Purine und Pyrimidine) und an den Proteinen mit den aromatischen Gruppen von Phenylalanin, Tryptophan und Tyrosin. Die zugeführte Strahlungsenergie führt an diesen Substanzen zum Aufreißen der chemischen Bindungen. Außerdem wird in wässrigen Flüssigkeiten H_2O_2 gebildet (KÖHLER-MOCHMANN). Der Versuchsraum wurde 30 Minuten mit einer handelsüblichen Höhensonne bestrahlt. Um eine optimale Wirkung zu erzielen, wurde die Lampe auf den Fußboden gestellt und zur Decke gerichtet (PFENNIGSDORF, PONSOLD).

Platte	Exp. Zeit	Kolonien
11	30 min.	0
12	"	0
13	"	0
14	"	0
15	"	1

Tab. IV: Luftkeimbestimmung nach 30 Minuten Bestrahlung mit einer UV-Entkeimungslampe. Die Ergebnisse sind besser als bei Vernebelung eines Aerosols; nicht ganz so zuverlässig wie die Desinfektion mit Formalin.

Als Ergebnis dieser Vorversuche wurde bei der Durchführung der Arbeit die 2. und 3. Methode miteinander kombiniert. Der Raum wurde vor Versuchsbeginn 30 Minuten mit einer UV-Entkeimungslampe bestrahlt und unmittelbar vor den Versuchen ein desinfizierendes Aerosol vernebelt.

E.) Bestimmung der Keimdichte

Um den Keimausstoß prozentual erfassen zu können, mußte die Konzentration der versprühten Keimlösung bestimmt werden. Die Keimdichte wurde nach zwei verschiedenen Verfahren ermittelt:

1.) Mit Hilfe einer Ery-Zählkammer nach THOMA:

Da die Testkeime im Mikroskop auch ungefärbt gut sichtbar sind, konnten sie genau wie Erythrocyten nach dem bekannten Verfahren der Mittelwertrechnung ausgezählt werden. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß zum Zeitpunkt des Versuches die Keimdichte bekannt ist und so durch entsprechende Verdünnungen etwa konstant gehalten werden kann. Die Auszählung ist jedoch bei hohen Konzentrationen problematisch.

2.) Mit Hilfe der Ausgußmethode aus einer Verdünnungsreihe:

Von der angesetzten Nährlösung wurde eine Verdünnungsreihe in Zehnerpotenzen hergestellt, davon jeweils 0,1 ml auf eine Agar-Platte pipettiert und nach 24-stündiger Bebrütung mehrere geeignete Platten (d.h. mit noch zählbarer Koloniezahl) ausgezählt. Der Mittelwert aus diesen Zahlen ergab die Keimdichte.

3.) Nephelometrische Bestimmung:

Diese Methode, die den Vorteil hat, daß alle Aufschwemmungen auf den gleichen Keimgehalt eingestellt werden können, konnte nicht verwandt werden, da mit ihr auch die toten Bakterien mitgezählt werden.

Für die Versuche kam anfangs die 1. Methode, später nur noch die 2. Methode der Keimzählung zur Anwendung.

Ergebnisse

1. Versuchsreihe

In einer ersten Versuchsreihe sollte festgestellt werden, ob die untersuchten Geräte einen nachweisbaren Keim-
ausstoß aufweisen. Zu diesem Zweck wurde der Saug-Motor
mit einem Plastiksack umgeben, aus dem ein Schlauch her-
ausführte.

Der dadurch gebündelte Abluftstrom muß alle, nicht vom
Filter erfaßten, Keime enthalten; er wurde über eine ge-
öffnete Agarplatte geführt. Der Versuch zeigte die in
der Tab. V, VI und VII dargestellten Ergebnisse:

Versuch	Konzentration (Keime/ml)	Exp. Zeit (in min.)	Kolonien
x 1	15×10^6	10	2
2			11
3			15
4			19
5			22
x 6	60×10^6	5	11
7			15
8			31
9			32
10			19
11			37
12			10
x 13	30×10^6	10	1
14			5
15			6
16			55
17			63

Tab. V: Gerät A

Prüfung des Keimausstoßes im gebündelten Luft-
strom nach Durchsaugen eines Desinfektionsmit-
tels (x)

Testkeime: Bact. prodigiosum

Versuch	Konzentration (Keime/ml)	Exp. Zeit (in min.)	Kolonien
x 50	30×10^6	10	1
51			2
52			2
53			34
54			54
x 55	8×10^6	10	2
56			4
57			18
x 58	8×10^6	10	2
59			5
60			1
x 61	70×10^6	10	12
62			77
63			136
64			154

Tab. VI: Gerät B

Prüfung des Keimausstoßes im gebündelten Luftstrom nach Durchsaugen eines Desinfektionsmittels (x)

Testkeime: Bact. prodigiosum

Versuch	Konzentration (Keime/ml)	Exp. Zeit (in min.)	Kolonien
x 100	70×10^6	10	7
101			201
102			101
103			400
104			400
x 105	5×10^6	10	1
106			23
107			8
x 108	24×10^6	10	88
109			131
110			133
111			157
112			164

Versuch	Konzentration (Keime/ml)	Exp. Zeit (in min.)	Kolonien
x 113	12×10^6	10	17
114			41
115			42
116			46
117			52

Tab. VII: Gerät C

Prüfung des Keimausstoßes im gebündelten Luftstrom nach Durchsaugen eines Desinfektionsmittels (x)

Testkeime: Bact. prodigiosum

Aus diesen Versuchsreihen erkennt man:

- a.) daß bei den Geräten überhaupt ein Keimausstoß vorhanden ist, was ja bis jetzt noch unbewiesen war. Es fällt auf, daß der Ausstoß bei Gerät C höher liegt als bei den beiden anderen Geräten.
- b.) daß der Keimausstoß nach einer Spülung mit einem Desinfektionsmittel absinkt, um nach kurzer Zeit wieder anzusteigen. Geringe Abweichungen von einem kontinuierlichen Anstieg können damit erklärt werden, daß der Luftstrom die anfangs feuchten Platten trocknete und die ausgestoßenen Keime nicht alle auf der Platte haften blieben.

2. Versuchsreihe

Es sollte festgestellt werden, wie weit die Keime in der Umgebung des Absaugschrankes nachzuweisen sind. Zu diesem Zweck wurden die Geräte in geschlossenem Zustand benutzt, d.h. genauso wie sie auch in der Praxis verwandt werden. In verschiedenen Abständen rings um das Gerät wurden geöffnete Agarplatten aufgestellt. Von dem

Gerät wurde eine Keim-Suspension bekannter Konzentration angesaugt.

Testkeime: *Sarcina lutea*

Versuch	Konzentration (Keime/ml)	Platten- abstand (in cm)	Exp. Zeit (in min.)	Kolonien
18	$7,5 \times 10^6$	20 30 40 80 100	60	14 9 1 3 2
19	2×10^6	20 30 40 80 100	60	3 3 2 1 1
20	6×10^6	20 30 40 80 100	60	0 3 0 4 2
21				
22	Versuche mißlungen, Flasche explodiert			
23				
24	$3,2 \times 10^6$	20 30 40 80 100	60	4 1 2 4 1
25	6×10^6	20 30 40 80 100	60	8 15 8 7 4
26	6×10^6	20 30 40 80 100	60	3 3 2 1 2

27 - 35 Versuche mißglückt, siehe Tabelle II

Versuch	Konzentration (Keime/ml)	Platten- abstand (in cm)	Exp. Zeit (in min.)	Kolonien
36	24×10^6	20	60	35
		40		67
		60		73
		80		3
		100		22
37	24×10^6	50	30	11
		100		19
		150		16
		200		2
		250		0
38	24×10^6	50	30	0
		100		3
		150		3
		200		0
		250		0
39	24×10^6	50	30	6
		100		10
		150		7
		200		0
		250		0
40	24×10^6	50	30	14
		100		15
		150		10
		200		0
		250		0
41	24×10^6	50	30	3
		100		0
		150		1
		200		0
		250		0
42	24×10^6	50	30	10
		100		5
		150		4
		200		0
		250		0

Tab. VIII: Gerät A

Keimniederschlag in Abhängigkeit von der Entfernung zum geschlossenen Gerät. Desinfektion durch Spülung der Saugleitungen mit dem vorgeschriebenen Desinfektionsmittel vor jedem Versuch.

Testkeime: *Sarcina lutea*

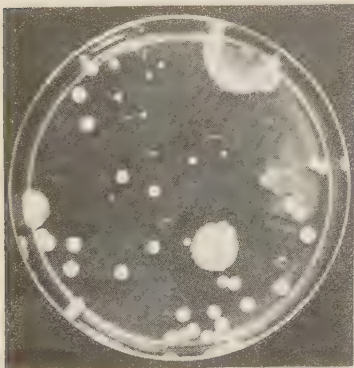
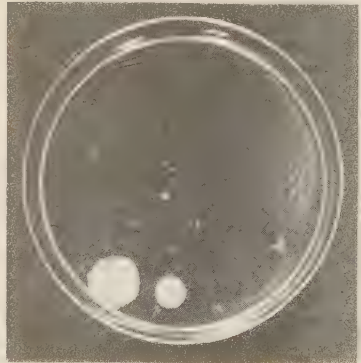
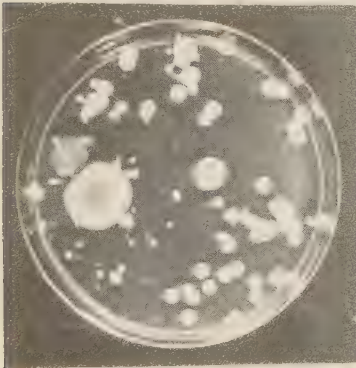


Abb. 5: Gerät A

Versuch 36: Keimniederschlag in
20/30/40/80/100 cm Entfernung vom
Gerät (von links nach rechts).
Abweichungen nach oben oder unten
sind normal und werden durch Luft-
strömungen im Versuchsraum oder
durch den Einfluß der Schaumstoff-
auskleidung auf den Ausstoß erklärt.

Versuch	Konzentration (Keime/ml)	Platten- abstand (in cm)	Exp. Zeit (in min.)	Kolonien
70	70×10^6			
71				
72		mißglückt: Platten verunreinigt		
73				
74	70×10^6	10	30	64
		30		10
		50		3
		80		2
		100		8
75	24×10^6	50	30	1
		100		3
		150		1
		200		0
		250		0
76	24×10^6	50	30	1
		100		0
		150		4
		200		0
		250		0
77	24×10^6	50	30	25
		100		3
		150		3
		200		0
		250		0
78	24×10^6	50	30	36
		100		2
		150		17
		200		5
		250		0
79	24×10^6	50	30	34
		100		9
		150		2
		200		0
		250		0

Tab. IX: Gerät B

Keimniederschlag in Abhängigkeit von der Entfernung zum geschlossenen Gerät. Desinfektion durch Spülung der Saugleitungen mit dem vorgeschriebenen Desinfektionsmittel vor jedem Versuch.

Testkeime: *Sarcina lutea*

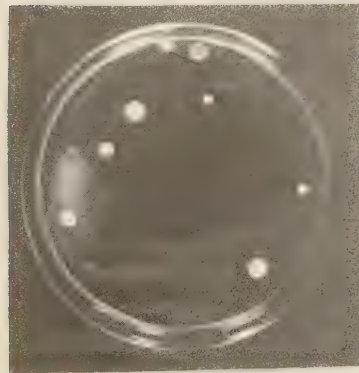
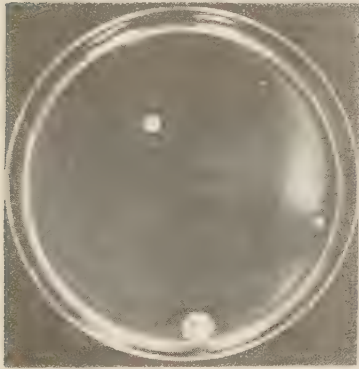
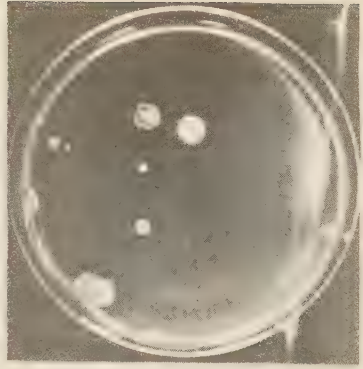


Abb. 6: Gerät B

Versuch 74: Keimniederschlag in
10/30/50/80/100 cm Entfernung vom
Gerät (von links nach rechts).
Abweichungen nach oben oder unten
sind normal und werden durch Luft-
strömungen im Versuchsraum oder
durch den Einfluß der Schaumstoff-
auskleidung auf den Ausstoß erklärt.

Versuch	Konzentration (Keime/ml)	Platten- abstand (in cm)	Exp. Zeit (in min.)	Kolonien
120	70×10^6	Leerversuch		
121	70×10^6	10 50 100	10	250 6 31
122	70×10^6	10 50 100	10	150 200 7
123	24×10^6	50 100 150 200 250 300	30	0 11 21 1 3 1
124	24×10^6	50 100 150 200 250 300	30	4 0 19 19 13 2
125	24×10^6	50 100 150 200 250 300	30	8 9 10 5 13 0
126	24×10^6	50 100 150 200 250 300	30	7 2 9 4 4 0
127	24×10^6	50 100 150 200 250 300	15	14 20 13 73 84 7
128	24×10^6	50 100 150 200 250 300	15	111 75 96 93 61 0

Versuch	Konzentration (Keime/ml)	Platten- abstand (in cm)	Exp. Zeit (in min.)	Kolonien
129	24×10^6	50	15	49
		100		38
		150		34
		200		34
		250		53
		300		13
130	24×10^6	50	15	0
		100		53
		150		57
		200		52
		250		43
		300		3

Tab. X: Gerät C

Keimniederschlag in Abhängigkeit von der Entfernung zum geschlossenen Gerät. Desinfektion durch Spülung der Saugleitungen mit dem vorgeschriebenen Desinfektionsmittel vor jedem Versuch.

Testkeime: *Sarcina lutea*



Abb. 7: Gerät C

Versuch 128: Keimniederschlag in
50/100/150/200/250 cm Entfernung
vom Gerät (von links nach rechts).
Abweichungen nach oben oder unten
sind normal und werden durch Luft-
strömungen im Versuchsraum oder
durch den Einfluß der Schaumstoff-
auskleidung auf den Ausstoß erklärt.

3. Versuchsreihe

In einer dritten Versuchsreihe galt es den Keimausstoß prozentual zu erfassen. Zu diesem Zweck wurde der Luftstrom gebündelt auf Agar-Platten geleitet. Dieser gebündelte Luftstrom mußte alle ausgestoßenen Keime enthalten. Es wurden Konzentrationen zwischen 100000 und 300000 Keime pro ml versprüht. Speichel enthält zwischen 40 und 400 Mill. Keime pro ml, deren Anzahl durch die bei der Turbinenpräparation versprühte Kühlflüssigkeit noch herabgesetzt wird. Die verwendeten Konzentrationen entsprechen den Gegebenheiten in der Praxis.

Konzentration Keime/ml	8×10^4	16×10^4	24×10^4	32×10^4
Ausstoß bei	0	1	11	20
5 min. Exp.	5	9	13	16
	4	3	14	16
	7	3	11	19
Ausstoß im Mittel	4	4	12	15

Tab. XI: Gerät A

V Versuchsergebnisse zur Prüfung des quantitativen Keimausstoßes

Erklärung zu Tab. XI

Die Sprayvorrichtung versprüht in 5 Minuten ca. 60 ml Flüssigkeit. Damit wurden von dem Gerät $60 \times (8 \times 10^4) = 5$ Mill. Keime angesaugt und 4 Keime ausgestoßen.

Konzentration Keime/ml	8×10^4	16×10^4	24×10^4	32×10^4
Ausstoß bei	1	1	1	8
5 min. Exp.	4	9	10	12
	3	5	4	16
	4	3	8	9
Ausstoß im Mittel	3	4	6	11

Tab. XII: Gerät B

V Versuchsergebnisse zur Prüfung des quantitativen Keimausstoßes

Konzentration Keime/ml	8×10^4	16×10^4	24×10^4	32×10^4
	21	39	26	28
Ausstoß bei	36	20	15	38
5 min. Exp.	15	21	36	34
	13	19	25	44
Ausstoß im Mittel	21	25	25	36

Tab. XIII: Gerät C

Versuchsergebnisse zur Prüfung des quantitativen Keimausstoßes

Aus Tab. XI, XII und XIII erkennt man, daß der Keim-
ausstoß mit wachsender Konzentration ansteigt.

Nach den Ergebnissen der ersten und zweiten Versuchsreihe überrascht der minimale Ausstoß bei der dritten Versuchsreihe. Der Verdacht eines prinzipiellen Fehlers lag nahe. Besonders der Vergleich mit der Versuchsreihe 2 bestätigt dies, wenn man die Keime, die sich auf einer Platte niedergeschlagen haben, auf die Gesamtfläche umrechnet. Wahrscheinlich lag der Fehler darin, daß der ziemlich kräftige Luftstrom die anfangs feuchte Agar-Platte auftrocknete und die Keime so nicht mehr festhaften konnten. Um das zu vermeiden wurde bei der Wiederholung der Luftstrom in sterile physiologische Kochsalzlösung eingeleitet, in der nun zweifelsfrei alle ausgestoßenen Keime enthalten waren.

1. Wiederholung

Luftstrom eingeleitet in 200 ccm NaCl

1 ml auf Agar-Platte pipettiert

Ergebnis: Platten konnten nicht ausgezählt werden, da es zur Aussaat gekommen war (die Keime teilen sich alle 20 Minuten; 1 ml Flüssigkeit verdunstet jedoch nicht innerhalb dieser Zeit, sodaß es durch die Eigenbeweglichkeit der Keime zur Aussaat kommt).

2. Wiederholung

Luftstrom eingeleitet in 50 ccm NaCl

0,5 ml auf Agar-Platte pipettiert

Ergebnis: Platten konnten nicht ausgezählt werden, da zu viele Kolonien gewachsen waren (1000 und mehr).

Ausstoß nahm mit steigender Konzentration zu.

3. Wiederholung

Luftstrom eingeleitet in 50 ccm NaCl

0,1 ml auf Agar-Platte pipettiert (d.h. die auf der Platte gewachsenen Keime müssen mit 500 multipliziert werden, um den Gesamtausstoß zu erhalten).

Ergebnis: siehe Tab. XIV, XV, XVI

Versuch	Keime/ml	Gesamtzahl der versprühten Keime	ausgestoßene Keime	Mittelwert x 500
1	330000	20 Mill.	20	22000
2			97	
3			16	
4	660000	40 Mill.	16	50000
5			194	
6			89	
7	990000	60 Mill.	247	144000
8			404	
9			213	

Tab. XIV: Gerät A

Relative Höhe des Keimausstoßes - Expositionszeit der Platten 5 Minuten

Testkeime: Sarcinen

Versuch	Keime/ml	Gesamtzahl der versprühten Keime	ausgestoßene Keime	Mittel- wert $\times 500$
1	330000	20 Mill.	22	7000
2			7	
3			13	
4	660000	40 Mill.	87	34000
5			75	
6			41	
7	990000	60 Mill.	258	144000
8			316	
9			286	

Tab. XV: Gerät B

Relative Höhe des Keimausstoßes - Expositions-
zeit der Platten 5 Minuten

Testkeime: Sarcinen

Versuch	Keime/ml	Gesamtzahl der versprühten Keime	ausgestoßene Keime	Mittel- wert $\times 500$
1	330000	20 Mill.	45	22500
2			71	
3			17	
4	660000	40 Mill.	22	69000
5			9	
6			384	
7	990000	60 Mill.	581	200000
8			355	
9			269	

Tab. XVI: Gerät C

Relative Höhe des Keimausstoßes - Expositions-
zeit der Platten 5 Minuten

Testkeime: Sarcinen

Die Geräte A und B sind mit einer Schaumstoffauskleidung versehen, die hauptsächlich der Geräuschkämpfung dienen. Von dieser Schaumstoffauskleidung wurde ein linsengroßes Stückchen abgeschnitten, in 1 ml NaCl-Lösung ausgewaschen und diese auf eine sterile Platte ausgegossen.

Nach 24-stündiger Bebrütung zeigte sich folgendes Bild:

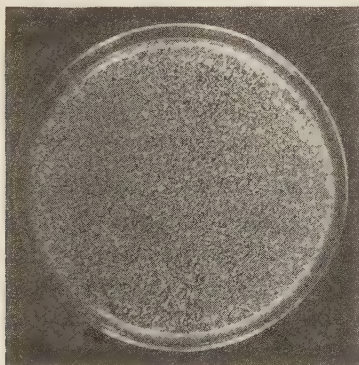


Abb. 8

Keimbeladung der Innen-
auskleidung von Gerät A

Diskussion der Ergebnisse

Die Untersuchungen haben die eingangs geäußerte Hypothese bestätigt: die Geräte weisen einen Keimausstoß auf, d.h. die vorhandene Filterung ist ungenügend (Tab. V, VI, VII). Bei Gerät C war dieses Ergebnis zu erwarten, da hier kein Filter vorgesehen ist. Bei Gerät A und B liegt der Keimausstoß deutlich niedriger, jedoch zeigt sich auch hier, daß die vorhandene Filterung einer Verbesserung bedarf. Die absoluten Zahlen sprechen eine deutliche Sprache: da die verwendeten Konzentrationen in Bezug auf die Verhältnisse in der Mundhöhle eher zu niedrig sind und die Einsatzzeit eines Absauggerätes in der Praxis weit mehr als nur 5 Minuten täglich beträgt, so kann man sich leicht vorstellen, welche Gefahrenquelle die ausgestoßenen Keime im Sprechzimmer darstellen (Tab. XIV, XV, XVI).

Der Keimniederschlag hat eine Reichweite von 1,5 - 2 m im Umkreis bei Gerät A und B, bei Gerät C jedoch 3 m und darüber (Tab. VIII, IX, X). Die Erklärung dafür ergibt sich aus dem Standort der Geräte: die Geräte A und B werden, auf dem Boden stehend, unter der Speischale der zahnärztlichen Einheit installiert und die Luft entweicht zum größten Teil am unteren Rand des Gehäuses. Gerät C dagegen ist auf der Speischale der Einheit montiert und die Luft wird am obersten Punkt des Gerätes in ca. 1,50 m Höhe über dem Fußboden ausgestoßen. Durch die besondere Form des Luftauslasses bei Gerät C und durch seinen Standort bedingt, werden dem Behandler, der Helferin und dem Patienten die ausgestoßenen Keime direkt ins Gesicht geblasen. Beim Betrieb in der Praxis dürften die obengenannten Grenzen mit Sicherheit überschritten werden, da durch das unumgängliche Herumlaufen die Keimverschleppung noch größer ist.

Die Betriebsanleitungen der Geräte schreiben den Gebrauch von Desinfektionsmittel täglich zweimal vor. Zum Teil wird

dieses Mittel mitgeliefert, mit dem Hinweis, daß es speziell auf das Gerät abgestimmt sei. Die Tab. V, VI, VII zeigen jedoch, daß die Wirkung des Desinfektionsmittels zeitlich stark begrenzt ist. Nach einer Spülung sinkt der Keimausstoß ab, um bereits nach kurzer Zeit wieder steil anzusteigen.

Die Geräte A und B sind, wohl aus Gründen der Geräuschdämpfung, mit einer Innenauskleidung aus Schaumstoff versehen. Man kann diese Innenauskleidung als ideale Brutstätte für Bakterien bezeichnen: sie ist während des Gebrauches der Geräte ständig feucht und warm. Keime werden hier sozusagen gespeichert und über Wochen und Monate hinweg kontinuierlich in das Sprechzimmer geblasen. Das vorgeschriebene Desinfektionsmittel hat keinerlei Auswirkung auf diese Innenauskleidung.

Der Ausstoß genügt, um alle Bemühungen hinsichtlich einer hygienisch einwandfreien Praxisführung hinfällig zu machen. Jede Instrumentensterilisation wird nutzlos, wenn im Umkreis von ca. 3 m alles von Keimen übersät ist.

Es wäre verfehlt, nun die Abschaffung dieser im Grunde so praktischen Geräte zu fordern. Zu fordern ist einzig und allein ein wirksamer Bakterienfilter. Technisch bieten sich dafür genügend Möglichkeiten an: Absaugung ins Freie oder in die Abwasserleitung (diese beiden Bauarten überwiegen in der englischen und amerikanischen Dental-Industrie) oder die Verlagerung des Motors in einen Nebenraum.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden Untersuchungen über den Keimausstoß von Nebelabsauggeräten durchgeführt. Dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- 1.) mit Hilfe versprühter Testkeime und um die Geräte aufgestellter Agar-Platten wurde festgestellt, daß die untersuchten Geräte einen Keimausstoß aufweisen, der auch nach Anwendung des vorgeschriebenen Desinfektionsmittels nach kurzer Gebrauchszeit wieder auftritt.
- 2.) die ausgestoßenen Keime sind noch in einer Entfernung von 3 m nachzuweisen.
- 3.) durch Bündelung des Luftstroms wurde die Gesamtzahl der Keime bestimmt, die die Geräte passieren.

Die Ergebnisse zeigen, daß mit den untersuchten Geräten das Prinzip einer einwandfreien Sprechzimmerhygiene durchbrochen wird.

Literaturverzeichnis

- | | |
|--------------------|---|
| Albrecht, G. | Über die Infektionsmöglichkeit |
| Riethe, P. | durch Bohrstaub. |
| v. Wasielewski, E. | Zahnärztl.Welt <u>8</u> , 333 (1953) |
| Bauer, E. | Infektionsgefahr und Sprayschutz |
| Portele, K. | bei der Präparation mit Turbinen-
geräten. |
| | Zahnärztl.Prax. <u>18</u> , 91 (1966) |
| Berger, U. | Mikrobiologie der Mundhöhle. |
| | Urban & Schwarzenberg Verlag |
| | München & Berlin (1955) |
| Berns, H. | Diskussionsbeitrag zu der Arbeit |
| | von Kröncke/Zweigart. |
| | Dtsch.zahnärztl.Z. <u>19</u> , 1007 (1964) |
| Bingel, K.F. | Studien über die Verwendung von |
| Niemand, C.H. | UV-Strahlen für die Luftentkei-
mung von Räumen. |
| | Arch.Hyg. (Berl.) <u>136</u> , 204 (1952) |
| Galster, D. | Über die Infektionsmöglichkeit bei |
| Riethe, P. | Anwendung von luftgetriebenen |
| | Schnellstlaufgeräten. |
| | Dtsch.zahnärztl.Z. <u>18</u> , 1102 (1963) |
| Hallmann, L. | Bakteriologie und Serologie. |
| | Georg Thieme Verlag, Stuttgart |
| | (1961) 3. Aufl. |

- | | |
|---------------------------------|--|
| Harndt, R. | Untersuchungen zur Bewertung des modernen Arbeitsplatzes.
Dtsch.zahnärztl.Z. <u>22</u> , 434 (1967) |
| Hennicke, A. | Gedanken zur Hygienisierung zahnärztlicher Maßnahmen.
Zahnärztl.Welt <u>61</u> , 722 (1960) |
| Holstein, E. | Die Berufskrankheiten des Zahnarztes.
Dtsch.Stomat. <u>7</u> , 233 (1957) |
| Kikuth, W.
Grün, L. | Die Luftdesinfektion mittels chemischer Verfahren.
Strahlentherapie <u>95</u> , 480 (1954) |
| Kliewe, H. | Raum-Luftdesinfektion.
Neue med.Welt <u>1</u> , 1169 (1950) |
| Köhler-Mochmann | Grundriß der medizinischen Mikrobiologie.
VEB G. Fischer Verlag, Jena (1964) |
| Kröncke, A.
Zweigart, K. | Untersuchungen über den Spraynebel und dessen Beseitigung.
Dtsch.zahnärztl.Z. <u>19</u> , 328 (1964) |
| Lenk, V.
Eichner, K. | Experimentelle Untersuchungen zur Hygiene beim hoch- und höchsttourigen Schleifen und Bohren.
Dtsch.zahnärztl.Z. <u>18</u> , 118 (1963) |
| Pfennigsdorf, G.
Ponsold, W. | UV-Entkeimung von Laboratorien für sterile Arbeiten.
Strahlentherapie <u>95</u> , 498 (1954) |

- Riemensperger, W. Sprayschutz.
Zahnärztl.Prax. 16, 76 (1965)
- Romeis, B. Mikroskopische Technik.
R. Oldenburg Verlag, München
(1948) 15. Aufl.
- Roser, H. Die Luftentkeimung durch UV-Strahlen.
Dtsch.med.Wschr. 76, 952 (1951)
- Tschamer, H. Überblick über die Gefahren einer
gesundheitlichen Schädigung des
Zahnarztes durch seinen Beruf unter
besonderer Berücksichtigung der In-
fektionsgefährdung bei der Verwen-
dung hoch- und höchsttouriger Bohr-
maschinen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 16, 1233 (1961)
- Winkler, M. Luftentkeimung.
UV-Tagung, Hanau 1954
- Zuhrt, R. Die Gefährdung und Schädigung des
Zahnarztes durch seinen Beruf.
Dtsch.Stomat. 4, 156 (1954)

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich Herrn Universitäts-
dozent Dr.Dr.R.Harndt für die Überlassung des Themas
und seine in reichem Maße erteilte Anleitung, meinen
ganz besonderen Dank aussprechen.

Mein Dank gilt auch Herrn Professor Dr.Dr.W.Gräf für die
großzügige Unterstützung beim bakteriologischen Teil die-
ser Arbeit.

Lebenslauf

Am 22.6.1939 wurde ich als Sohn des Elektrotechnikers Hermann Köhler und seiner Ehefrau Marie Köhler, geborene Frank, in Oranienburg bei Berlin geboren.

Meine Eltern wurden 1945 aus Berlin evakuiert, 1946 trat ich in die Volksschule in Hof/Bayern ein, wechselte 1950 zur Oberrealschule in Hof und verließ diese Schule 1956 mit dem Zeugnis der mittleren Reife. Ich begann eine Lehre als Schriftsetzer, beendete diese jedoch vorzeitig und kehrte in die Oberrealschule Hof zurück. 1960 habe ich diese Schule mit dem Zeugnis der Reife verlassen.

Vom 1.10.1960 an leistete ich meinen Wehrdienst und wurde am 30.10.1962 als Leutnant der Reserve entlassen.

Seit dem 5.11.1962 studierte ich an der Universität Erlangen Zahnmedizin. Ich habe das Studium am 12.7.1968 mit dem Staatsexamen abgeschlossen.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 852 Erlangen, Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
